IT Infrastructure
ITIS-323
Chapter-9
2024

Dr Mohamed Abdeldaiem Abdelhadi

Introduction

- كل يوم ، يتم إنشاء ما يقرب من 15 بيتابايت من المعلومات الجديدة في جميع أنحاء العالم
- يتضاعف إجمالي كمية البيانات الرقمية كل عامين تقريبا

History

- Early computers used a very basic persistent storage system, based on punched cards or paper tape
- Drum memory was one of the first magnetic read/write storage systems
  - It was widely used in the 1950s and into the 1960s
  - Consisted of a large rotating metal cylinder that was coated on the outside with magnetic recording material
  - Multiple rows of fixed read-write heads were placed along the drum, each head reading or writing to one track
  - The drum could store 62 kB of data

History – Hard disks

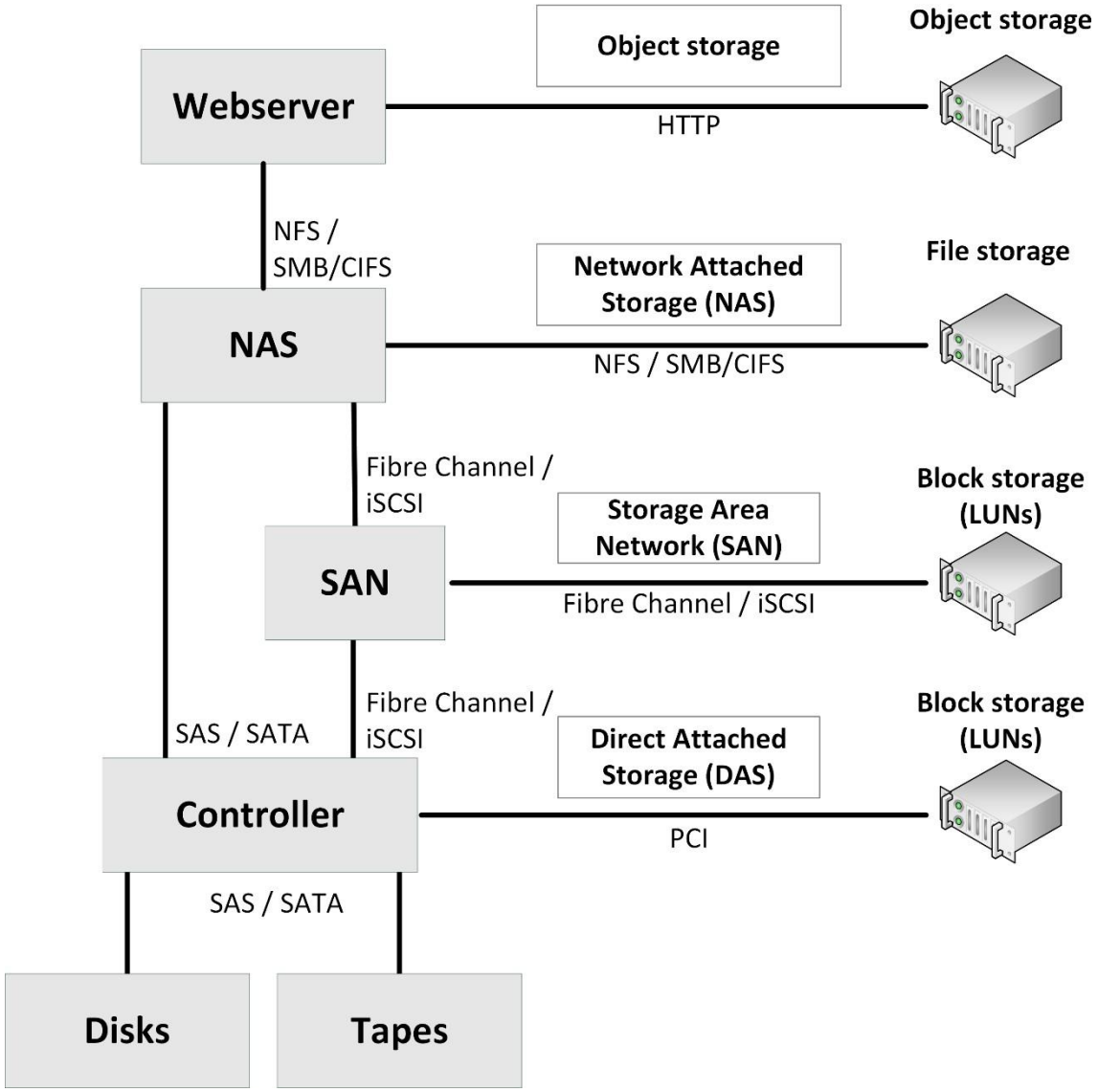
- The first commercial digital disk storage device was part of the IBM RAMAC 350 system, shipped in 1956
  - Approximately 5 MB of data
  - Fifty 61 cm diameter disks
  - Weighed over a ton
- Over the years:
  - Physical size of hard disks shrunk
  - Magnetic density increased
  - Rotation speed increased from 3,600 rpm to 15,000 rpm
  - Seek times lowered as a result of using servo controlled read/write heads instead of stepper motors

History – Tapes

- The IBM 726, introduced in 1952, was one of the first magnetic tape systems
  - 2 MB per 20-centimeter-diameter reel of tape
- Reel tapes were used until the late 1980s, mostly in mainframes
- In 1984, DEC introduced the Digital Linear Tape (DLT)
  - Super DLT (SDLT) tape cartridges can store up to 300 GB of data
- Linear Tape Open (LTO) was originally developed in the late 1990s
  - LTO version 7 was released in 2015 and can hold up to 6 TB of data

Storage building blocks

Storage model



- تستخدم معظم الخوادم وحدة تخزين خارجية ، وأحيانا يتم دمجها مع وحدة تخزين داخلية
- يظهر نموذج للكتل البرمجية الأساسية للتخزين على اليمين

Disks – command sets

- •يتم توصيل الأقراص بوحدات التحكم في القرص باستخدام مجموعة أوامر ، استنادا إلى ATA أوSCSI
- -تستخدم ملحقات التكنولوجيا المتقدمة (ATA) ، والمعروفة أيضا باسم IDE ، بروتوكولا بسيطا نسبيا للأجهزة والاتصالات لتوصيل الأقراص بأجهزة الكمبيوتر (معظمها أجهزة الكمبيوتر)
- -واجهة نظام الكمبيوتر الصغيرة (SCSI) هي مجموعة من المعايير للاتصال الفعلي ونقل البيانات بين أجهزة الكمبيوتر (معظمها خوادم) والأجهزة الطرفية ، مثل الأقراص والأشرطة

•مجموعة أوامر SCSI معقدة - هناك حوالي 60 SCSI مختلفة الأوامر في المجموع

•حلت الواجهات التسلسلية محل الواجهات المتوازية ، لكن أوامر القرص لا تزال كما هي

Mechanical hard disks

•تتكون الأقراص الميكانيكية من:

–علبة محكمة الغلق

-قرص مغناطيسي واحد أو أكثر من الأقراص الدوارة على مغزل واحد

-عدد من رؤوس القراءة / الكتابة التي يمكن أن

تتحرك للوصول إلى كل جزء من الأقراص الدوارة

Mechanical hard disks

- أقراص ATA التسلسلية(SATA)

-أقراص منخفضة الجودة عالية السعة

-مثالي لتطبيقات التخزين السائبة (مثل الأرشفة أو النسخ الاحتياطي)

-لديك تكلفة منخفضة لكل جيجابايت

-غالبا ما تستخدم في أجهزة الكمبيوتر الشخصية وأجهزة الكمبيوتر المحمولة

-استخدم مجموعة أوامر SMART للتحكم في القرص

Mechanical hard disks

- أقراص SCSI (SAS) المرفقة تسلسليا
  - مكلفة نسبيا
  - الأقراص المتطورة
  - أطباق القرص الدوار بسرعة دوران 10000 أو 15000 دورة في الدقيقة
  - عادة ما يكون 25٪ من سعة أقراص SATA أوNL-SAS
  - يستخدم مجموعة أوامر SCSI التي تتضمن استرداد الأخطاء والإبلاغ عن الأخطاء ووظائف أكثر من أوامر SMART المستخدمة بواسطة أقراصSATA

Mechanical hard disks

- أقراص SAS (NL-SAS) القريبة من الخط
-لديك واجهة SAS ، ولكن ميكانيكا أقراصSATA
-يمكن دمجها مع أقراص SAS أسرع في صفيف تخزين واحد

Solid State Drives (SSDs)

- لا تحتوي أقراص SSD على أجزاء متحركة
- يعتمد على تقنية الفلاش

-تقنية الفلاش هي ذاكرة قائمة على أشباه الموصلات تحافظ على معلوماتها عند إيقاف تشغيلها

- متصل باستخدام واجهة قرص SAS قياسية
- يمكن الوصول إلى البيانات بشكل أسرع بكثير من استخدام الأقراص الميكانيكية

-ميكروثانية مقابل ميلي ثانية

- يقدم معظم بائعي التخزين الآن جميع صفائف الفلاش - أنظمة التخزين التي تستخدم أقراص SSD فقط

Solid State Drives (SSDs)

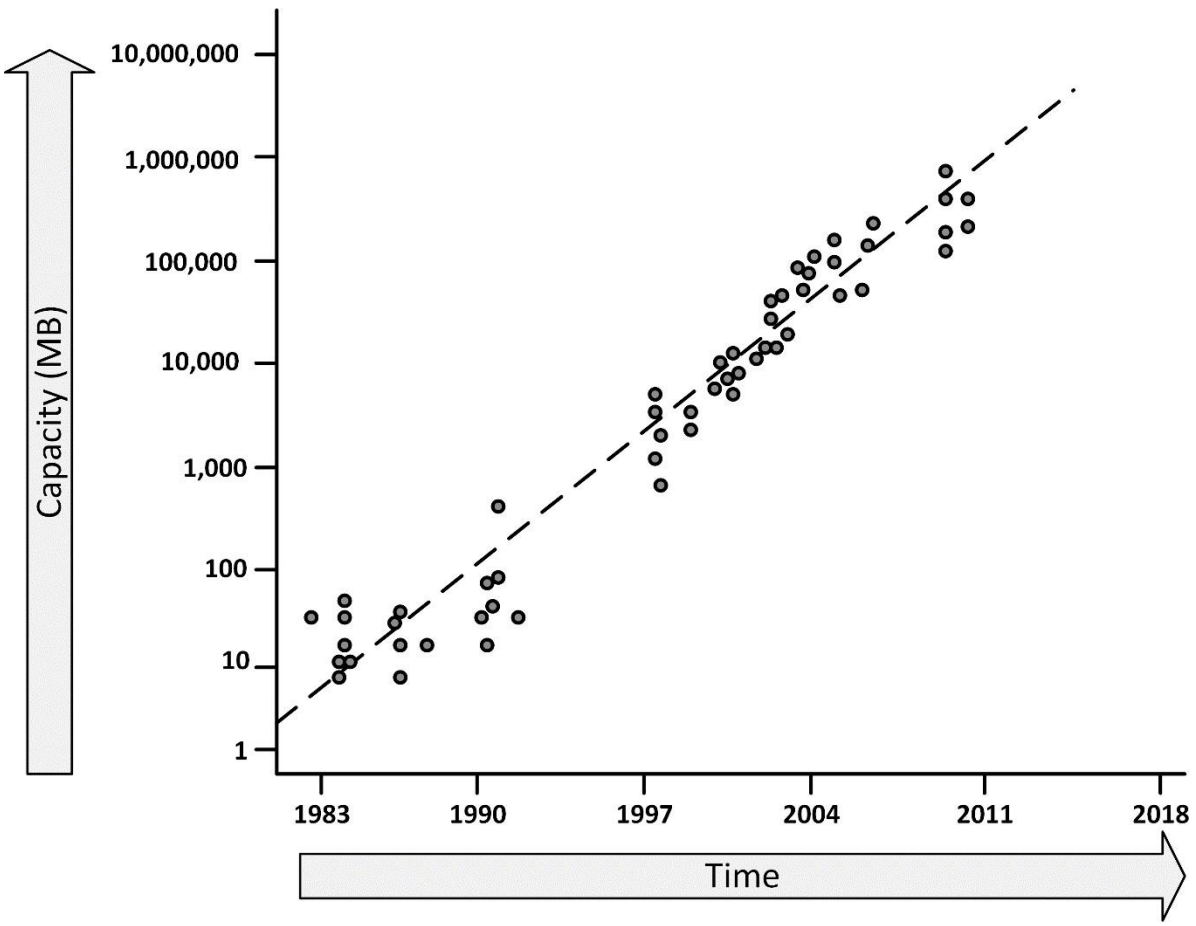
- تستهلك محركات الأقراص ذات الحالة الثابتة طاقة أقل ، وبالتالي تولد حرارة أقل ، مقارنة بالأقراص الميكانيكية
- ليس لديهم أجزاء متحركة
- لا تولد أي اهتزازات يمكن أن تؤثر على المكونات الأخرى أو تضر بها ، أو تقصر من عمرها
- العيب الرئيسي لمحركات أقراص الحالة الصلبة هو سعرها لكل جيجابايت
  -أعلى بكثير من الأقراص الميكانيكية
  -السعر لكل جيجابايت ينخفض بسرعة

Solid State Drives (SSDs)

- لا يمكن إعادة كتابة ذاكرة الفلاش إلا لعدد محدود من المرات
-أقراص" SSD تبلى" بسرعة أكبر من الأقراص الميكانيكية
-تتعقب محركات أقراص الحالة الصلبة عدد المرات التي تتم فيها إعادة كتابة القطاع ، وتحدد القطاعات المستخدمة كثيرا لقطاعات الغيار إذا كانت على وشك التآكل
-من المهم مراقبة مستوى تآكل محركات أقراص الحالة الصلبة المستخدمة بكثرة استبدليها قبل أن تنكسر

Disk capacity - Kryder's law

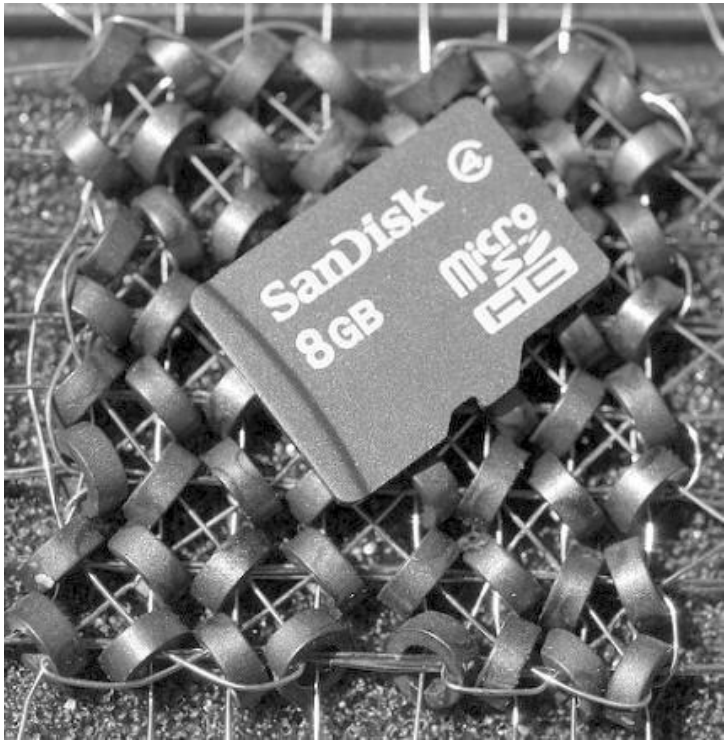
- The density of information on hard drives doubles every 13 months
- An average single disk drive in 2025 will hold more than 20,000 TB (20 PB) of data



Please note that the vertical scale is logarithmic instead of linear

Disk capacity - Kryder's law

- The picture on the right shows 8 bytes core memory and 8 GB SD flash memory
  - An increase of 1,000,000,000 times in 50 years
- To have full benefits of Kryder's law, the storage infrastructure should be designed to handle just in time expansion
  - Buy disks as late as possible!



Tapes

- عند تخزين كميات كبيرة من البيانات ، يكون الشريط هو الخيار الأقل تكلفة
- الأشرطة مناسبة للأرشفة

– يضمن مصنعو الأشرطة عمرا طويلا متوقعا

- تضمن خراطيش DLT و SDLT و LTO Ultrium أن تكون قابلة للقراءة بعد 30 عاما على الرف

Tapes

- مساوئ:
  - الأشرطة هشة
- يمكن أن تؤدي المناولة اليدوية إلى عيوب ميكانيكية:
  - أشرطة تسقط على الأرض
  - الاهتزاز
  - إدخالات سيئة للأشرطة في محركات الأشرطة
  - تحتوي خراطيش الشريط على أجزاء ميكانيكية
- تتلف الأشرطة التي يتم تغييرها يدويا بسهولة
  - اللف المتكرر يسبب إجهادا على ركيزة الشريط
- يؤدي إلى انخفاض موثوقية قراءات البيانات

Tapes

-الأشرطة بطيئة للغاية

- يكتبون ويقرأون البيانات بالتتابع فقط
- عند الحاجة إلى جزء معين من البيانات ، يجب البحث عنه عن طريق قراءة جميع البيانات على الشريط حتى يتم العثور على البيانات المطلوبة
- جنبا إلى جنب مع إعادة لف الشريط (اللازم لإخراج الأشرطة) يتم التعبير عن أشرطة المناولة بالدقائق بدلا من المللي ثانية أو الميكروثانية

Tapes

• DLT (S) و LTO هما أكثر تنسيقات خراطيش الشريط شيوعا المستخدمة اليوم
–تمتلك LTO حصة سوقية تزيد عن 80٪
-يمكن لخراطيش الشريط LTO-7 تخزين 6 تيرابايت من البيانات غير المضغوطة
•معدل نقل الشريط في نطاق 100 إلى 150 ميجابايت / ثانية
-واجهة محرك الشريط قادرة على سرعات أعلى
-تستخدم معظم محركات الأشرطة واجهات القنوات الليفية بسرعة 4 جيجابت / ثانية
•إنتاجية مستدامة تتراوح بين 350 و 400 ميجابايت / ثانية

Tape library

- Tape libraries can be used to automate tape handling
- A tape library is a storage device that contains:
  - One or more tape drives
  - A number of slots to hold tape cartridges
  - A barcode or RFID tag reader to identify tape cartridges
  - An automated method for loading tapes

Virtual tape library

- تستخدم مكتبة الأشرطة الافتراضية (VTL) الأقراص لتخزين النسخ الاحتياطية
- يتكون VTL من:

-جهاز أو خادم

-برنامج يحاكي أجهزة الشريط التقليدية و تنسيقات

- تجمع VTLs بين النسخ الاحتياطي والاستعادة المستندة إلى القرص عالية الأداء مع تطبيقات النسخ الاحتياطي والمعايير والعمليات والسياسات المعروفة
- تستخدم معظم حلول VTL الحالية صفائف أقراص NL-SAS أو SATA بسبب تكلفتها المنخفضة نسبيا
- أنها توفر محركات أشرطة افتراضية متعددة للتعامل مع أشرطة متعددة بالتوازي

Controllers

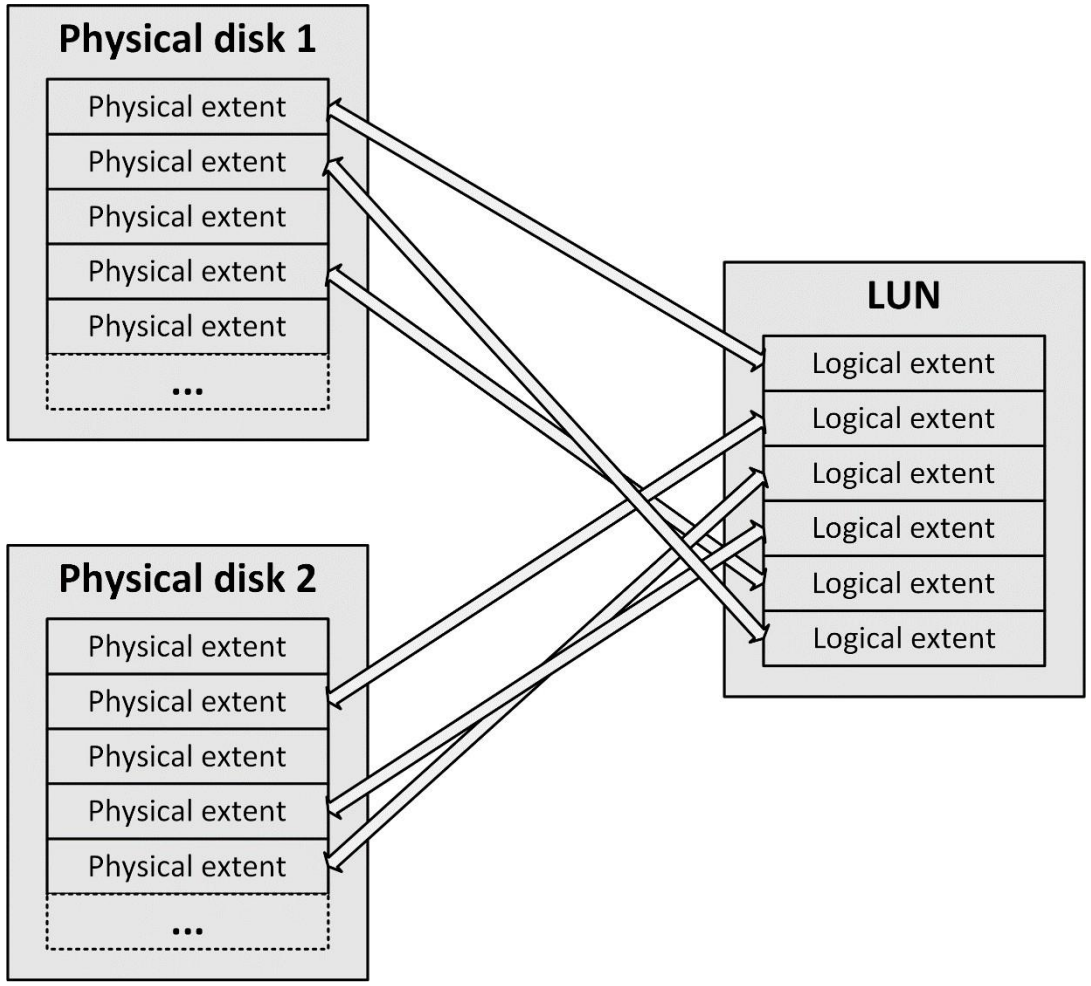
- تقوم وحدات التحكم بتوصيل الأقراص و / أو الأشرطة بالخادم ، بإحدى طريقتين:
-نفذت كلوحات توسيع PCI في الخادم
-جزء من نشر NAS أوSAN ، حيث يقومون بتوصيل جميع الأقراص والأشرطة المتاحة باتصالات القنوات الليفية أو iSCSI أو FCoE الزائدة عن الحاجة

Controllers

- يمكن لوحدة التحكم تنفيذ:
  - أداء عالي
  - التوافر العالي
  - التخزين الافتراضي
  - استنساخ
  - إلغاء البيانات المكررة
  - التزويد الدقيق

Controllers

- The controller splits up all disks in small pieces called physical extents
- From these physical extents, new virtual disks (Logical Unit Numbers - LUNs) are composed and presented to the operating system



RAID

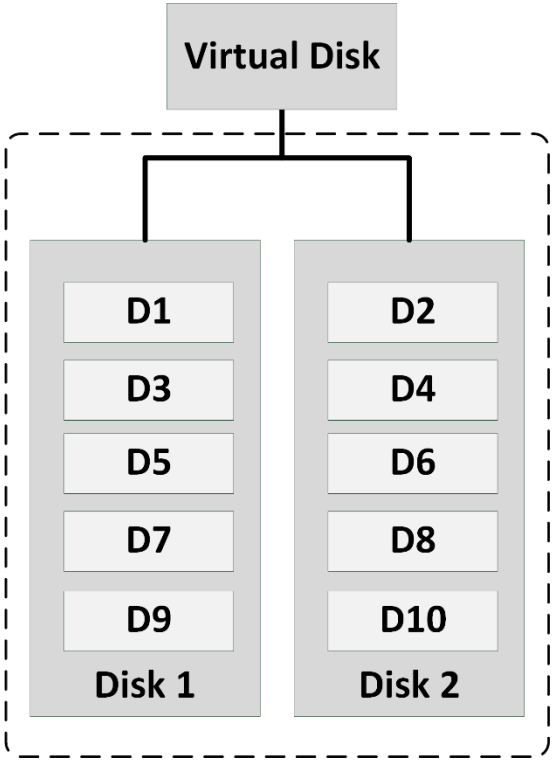
- توفر حلول الصفيف المتكرر من الأقراص المستقلة (RAID) ما يلي:
-التوافر العالي للبيانات
-تحسينات في الأداء
- يستخدم RAID العديد من الأقراص الزائدة عن الحاجة
- يمكن تنفيذ:RAID
-في أجهزة وحدة تحكم القرص
-كبرنامج يعمل في نظام تشغيل الخادم

RAID

- يمكن تنفيذ RAID في عدة تكوينات ، تسمى مستوياتRAID
- في الممارسة العملية ، يتم تنفيذ خمسة مستويات RAID في أغلب الأحيان:

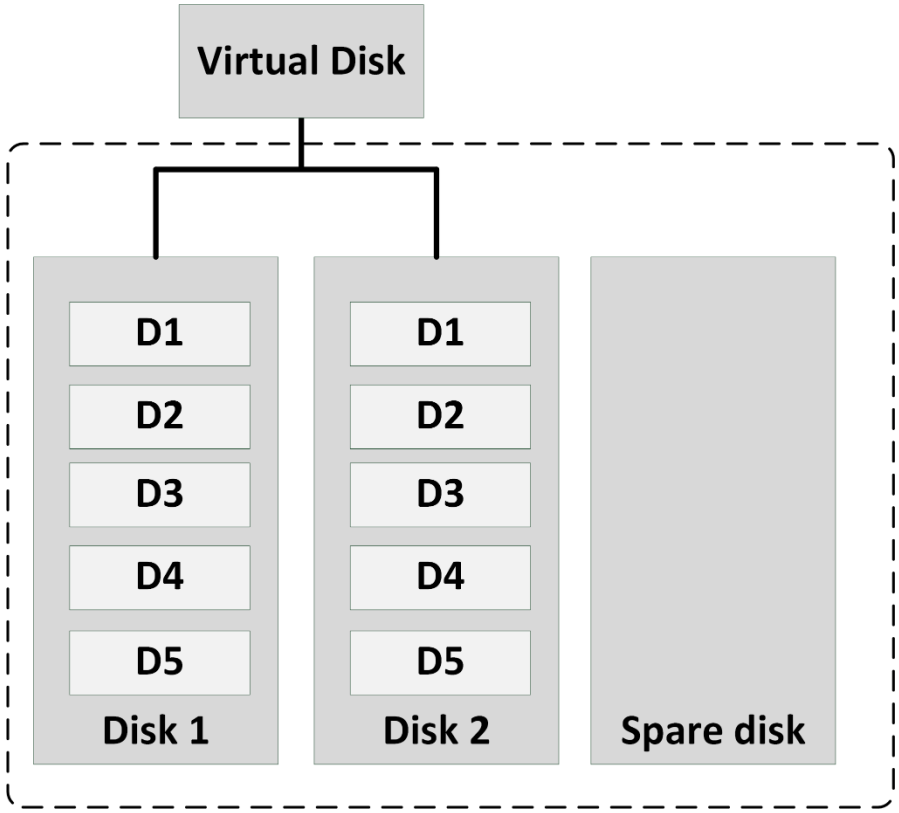
- RAID 0 -شريط
- RAID 1 -النسخ المتطابق
- RAID 10 -التخطيط والنسخ المتطابق
- RAID 5 -شريط مع تماثل موزع
- RAID 6 -شريط مع تكافؤ مزدوج موزع

RAID 0 - Striping



- •يعرف RAID 0 أيضا باسم الشريط
- •يوفر طريقة سهلة ورخيصة لزيادة الأداء
- •يستخدم أقراصا متعددة ، كل منها يحتوي على جزء من
- البيانات الموجودة عليه
- RAID 0 •يقلل في الواقع من التوافر
- -إذا فشل أحد الأقراص في مجموعةRAID 0 ، فستفقد
- جميع البيانات
- •مقبول فقط إذا كان فقدان جميع البيانات على
- مجموعة RAID لا يمثل مشكلة (على سبيل المثال للبيانات المؤقتة)

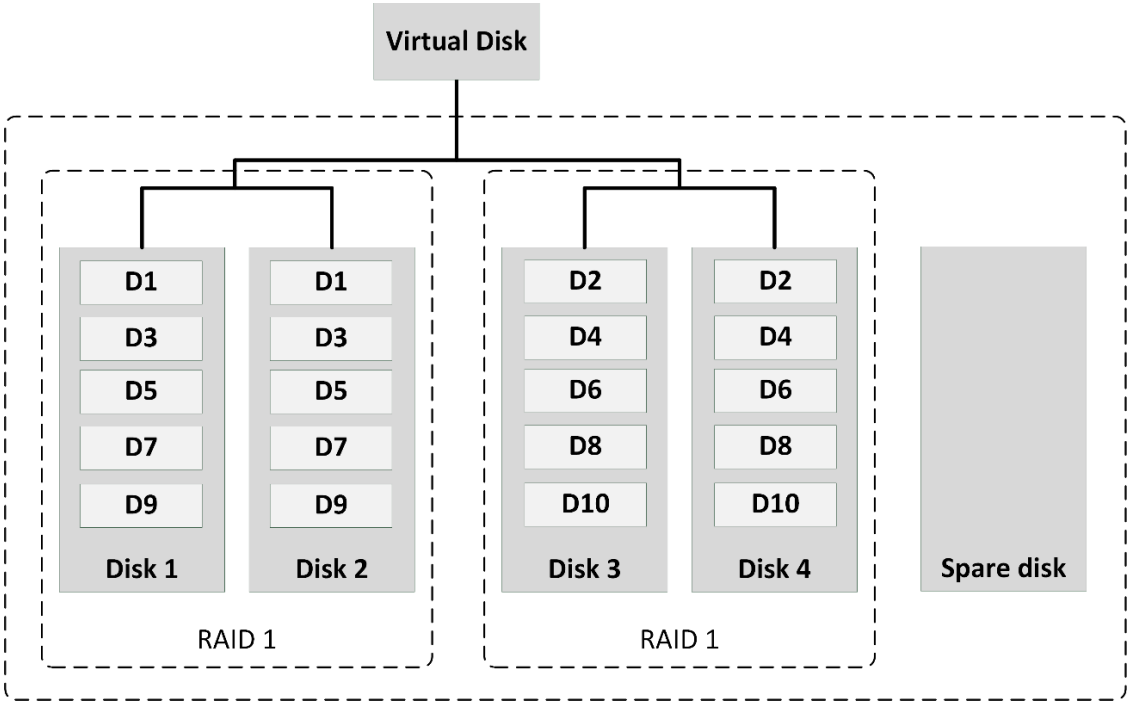
RAID 1 - Mirroring



- •يعرف RAID 1 أيضا باسم
- النسخ المتطابق
- •حل عالي التوفر يستخدم قرصين يحتويان
- على نفس البيانات
- •في حالة فشل أحد الأقراص ، لا تضيع
- البيانات لأنها لا تزال متوفرة على القرص
- المطابق
- •مستوى RAID الأكثر موثوقية
- •سعر مرتفع
- -يتم استخدام 50٪ من الأقراص للتكرار فقط
- •يمكن تكوين قرص فعلي احتياطي لتولي مهمة القرص الفاشل تلقائيا

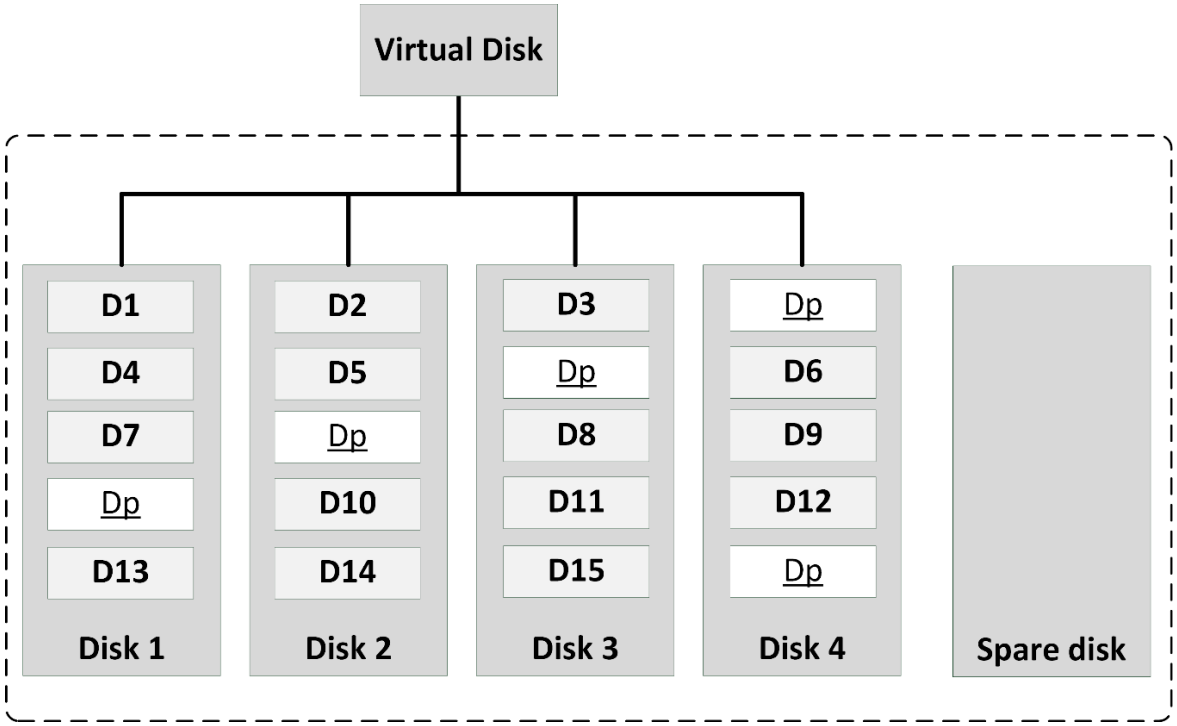
RAID 10 - Striping and mirroring

- يستخدم RAID 10 مزيجا من الخطوط والنسخ المتطابق
- يوفر أداء عاليا وتوافرا
- يتم استخدام 50٪ فقط من مساحة القرص المتوفرة



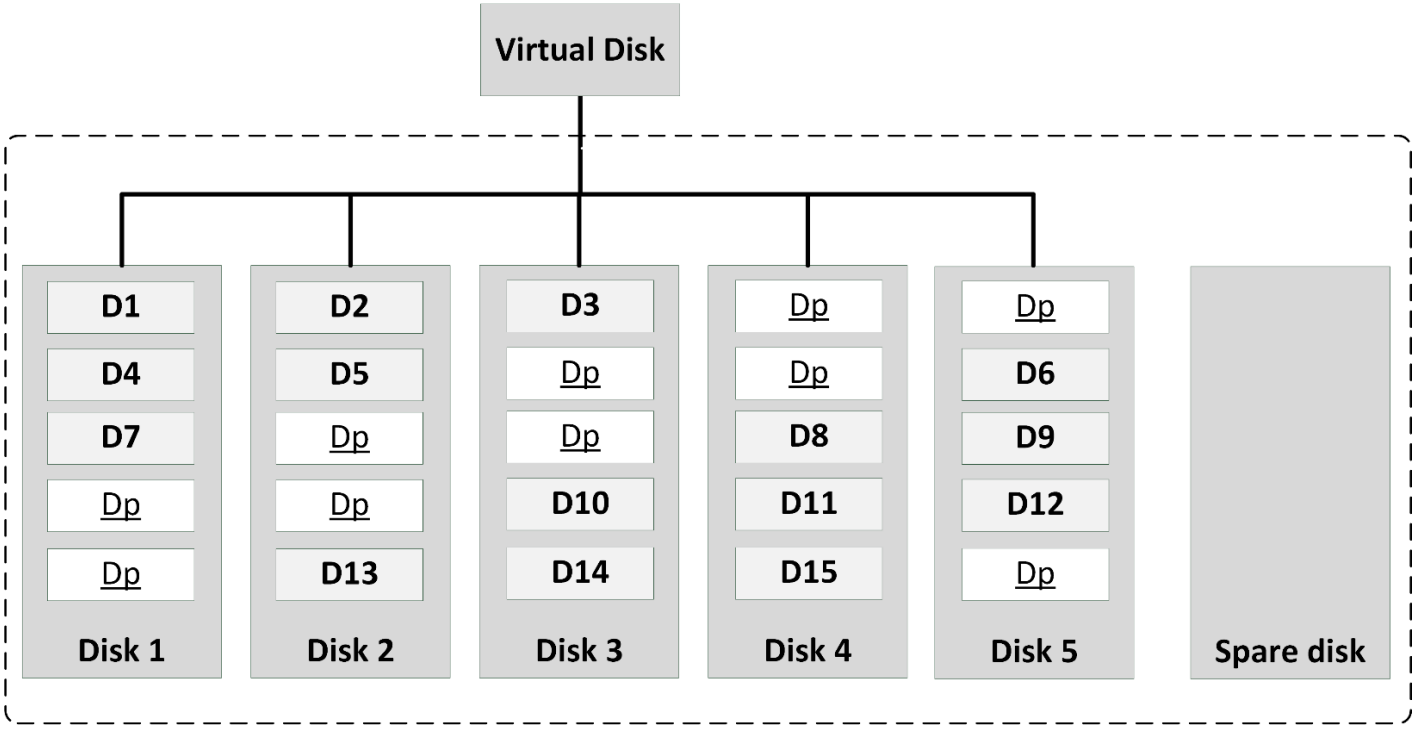
RAID 5 - Striping with distributedparity

- تتم كتابة البيانات في كتل القرص على جميع الأقراص
- يتم تخزين كتلة التكافؤ من كتل القرص المكتوبة كذلك
- يتم استخدام كتلة التماثل هذه لإعادة بناء البيانات تلقائيا في مجموعة RAID 5 (باستخدام قرص احتياطي) في حالة فشل القرص



RAID 6 - Striping with distributed doubleparity

- يحمي RAID 6 من فشل القرص المزدوج باستخدام اثنين موزعين كتل التكافؤ بدلا من كتلة واحدة
- مهم في حالة فشل القرص الثاني أثناء إعادة بناء القرص الفاشل الأول



Data deduplication

- يبحث إلغاء البيانات المكررة في نظام التخزين عن مقاطع البيانات المكررة (كتل القرص أو الملفات) ويزيل هذه التكرارات
- يتم استخدام إلغاء البيانات المكررة في البيانات المؤرشفة وكذلك في بيانات الإنتاج

Data deduplication

- يحتفظ نظام إلغاء البيانات المكررة بجدول لعلامات التجزئة لتحديد كتل الأقراص المكررة بسرعة

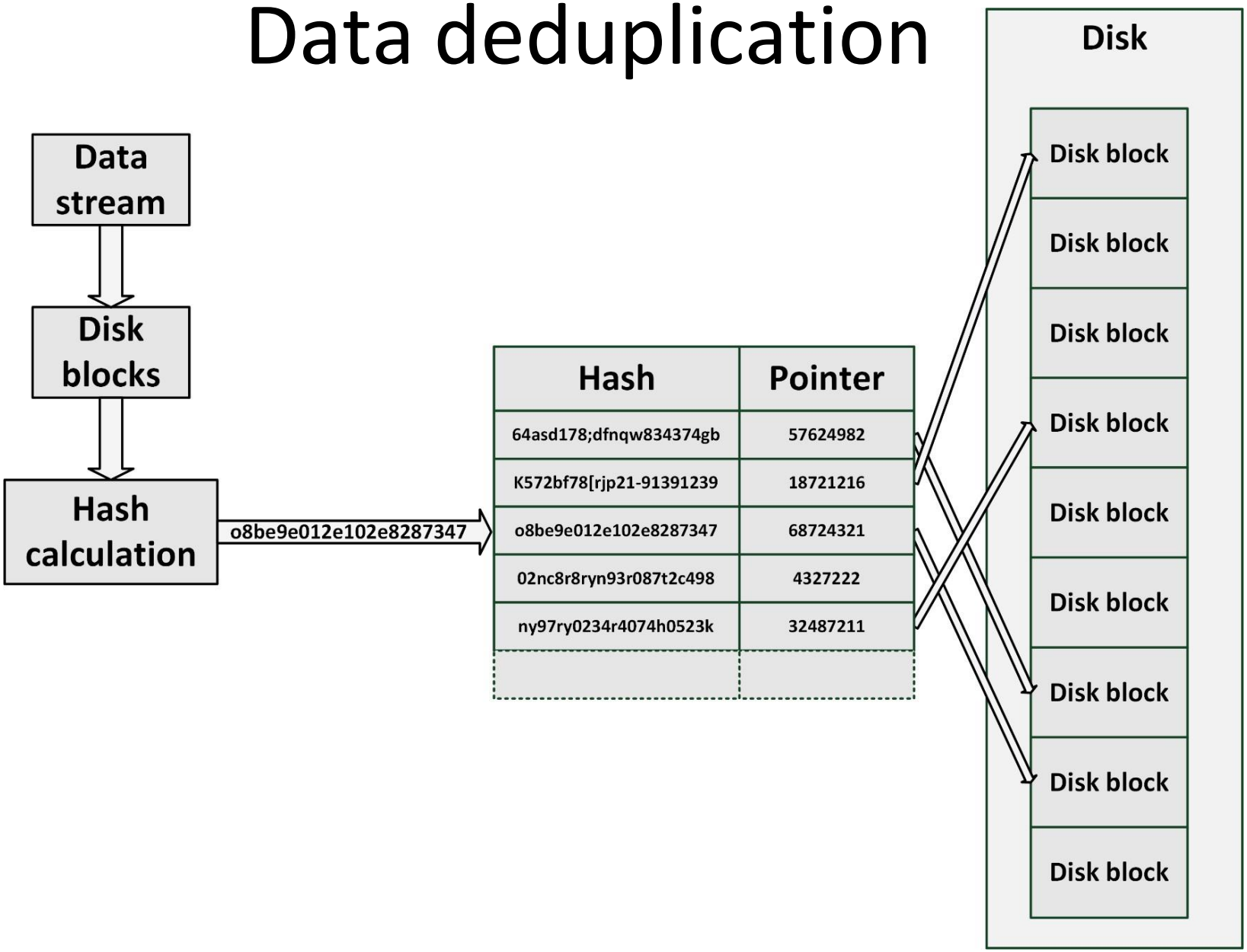
-تدفق البيانات الواردة مجزأ

-يتم حساب علامات التجزئة لتلك الشرائح

-تتم مقارنة التجزئة بعلامات التجزئة للمقاطع الموجودة بالفعل على القرص

-إذا تم تحديد شريحة بيانات واردة على أنها مكررة ، فلن يتم تخزين المقطع مرة أخرى ، ولكن يتم إنشاء مؤشر إلى الشريحة المطابقة له بدلا من ذلك

Data deduplication



Data deduplication

- يمكن إجراء إلغاء البيانات المكررة بشكل مضمن أو دوري
-يتحقق إلغاء البيانات المكررة المضمنة لشرائح البيانات المكررة قبل كتابة البيانات على القرص
- يتجنب تكرار البيانات على الأقراص في أي وقت
- يقدم عقوبة أداء كبيرة نسبيا

Data deduplication

-بشكل دوري: كتابة البيانات على القرص أولا ، والتحقق بشكل دوري من وجود بيانات مكررة

- يتم إلغاء تكرار البيانات المكررة عن طريق تغيير البيانات المكررة إلى مؤشر إلى البيانات الموجودة على القرص ، وتحرير مساحة القرص من الكتلة الأصلية
- يمكن القيام بهذه العملية في الأوقات التي تكون فيها احتياجات الأداء منخفضة
- سيتم تخزين البيانات المكررة على الأقراص لبعض الوقت

Cloning and snapshots

- مع الاستنساخ واللقطة ، يتم عمل نسخة من البيانات في وقت محدد يمكن استخدامها بشكل مستقل عن البيانات المصدر
- استخدام:

-إنشاء نسخة احتياطية في وقت محدد ، عندما تكون البيانات في حالة مستقرة ومتسقة

-إنشاء مجموعات اختبار من البيانات وطريقة سهلة للعودة إلى البيانات القديمة دون استعادة البيانات من نسخة احتياطية

- الاستنساخ: يقوم نظام التخزين بإنشاء نسخة كاملة من القرص ، تماما مثل قرص مرآة RAID 1

Cloning and snapshots

- لقطة: تمثل نقطة زمنية للبيانات الموجودة على الأقراص
-لا يسمح بالكتابة على هذه الأقراص بعد الآن ، طالما أن اللقطة نشطة
-تتم جميع عمليات الكتابة على وحدة تخزين قرص منفصلة في نظام التخزين
-لا تزال الأقراص الأصلية توفر الوصول للقراءة

Thin provisioning

- •يتيح التوفير الدقيق تخصيص سعة تخزين أكبر للمستخدمين مما هو مثبت فعليا
- -لا يتم استخدام حوالي 50٪ من التخزين المخصص مطلقا
- •لا يزال التوفير الدقيق يوفر للتطبيقات التخزين المطلوب

-التخزين غير متوفر حقا على الأقراص الفعلية
-يستخدم إدارة السعة الآلية
-تتم مراقبة حاجة التخزين الحقيقية للتطبيق عن كثب
-تتم إضافة مساحة القرص الفعلية عند الحاجة

•الاستخدام النموذجي: تزويد المستخدمين بأدلة منزلية كبيرة الحجم أو تخزين البريد الإلكتروني

Direct Attached Storage (DAS)

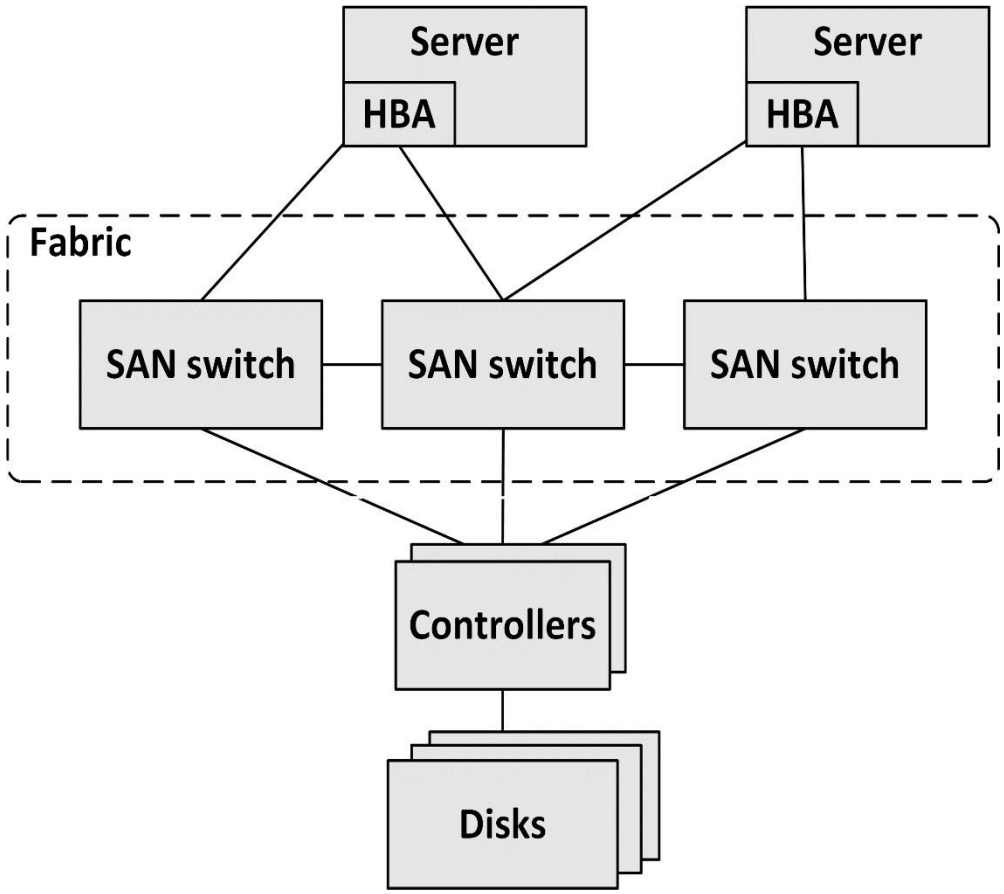
- DAS •المعروف أيضا باسم الأقراص المحلية - هو نظام تخزين حيث يتصل قرص مخصص واحد أو أكثر عبر بروتوكول SAS أو SATA بوحدة تحكم مدمجة ، متصلة ببقية الكمبيوتر باستخدام ناقلPCI
- •توفر وحدة التحكم مجموعة من كتل الأقراص للكمبيوتر ، منظمة في أرقام) LUN أو أقسام(
- •يستخدم نظام تشغيل الكمبيوتر كتل الأقراص هذه لإنشاء نظام ملفات لتخزين الملفات

Storage Area Network (SAN)

- شبكة منطقة التخزين (SAN) هي شبكة تخزين متخصصة تتكون من مفاتيح SAN وأجهزة التحكم وأجهزة التخزين
- يربط مجموعة كبيرة من التخزين المركزي بخوادم متعددة
- تقوم شبكة منطقة التخزين (SAN) بتوصيل الخوادم فعليا بوحدات التحكم في الأقراص باستخدام تقنيات الشبكات المتخصصة مثل القناة الليفية أوiSCSI
- عبر SAN ، تقدم وحدات التحكم في القرص أقراصا افتراضية للخوادم ، والمعروفة أيضا باسم) LUNs أرقام الوحدات المنطقية(
- لا تتوفر أرقام LUN إلا للخادم الذي تم تثبيت رقم LUN المحدد عليه

Storage Area Network (SAN)

- The core of the SAN is a set of SAN switches, called the Fabric
  - Comparable with a LAN's switched network segment
- Host bus adapters (HBAs) are interface cards implemented in servers
  - Comparable to NICs used in networking
  - Connected to SAN switches, usually in a redundant way

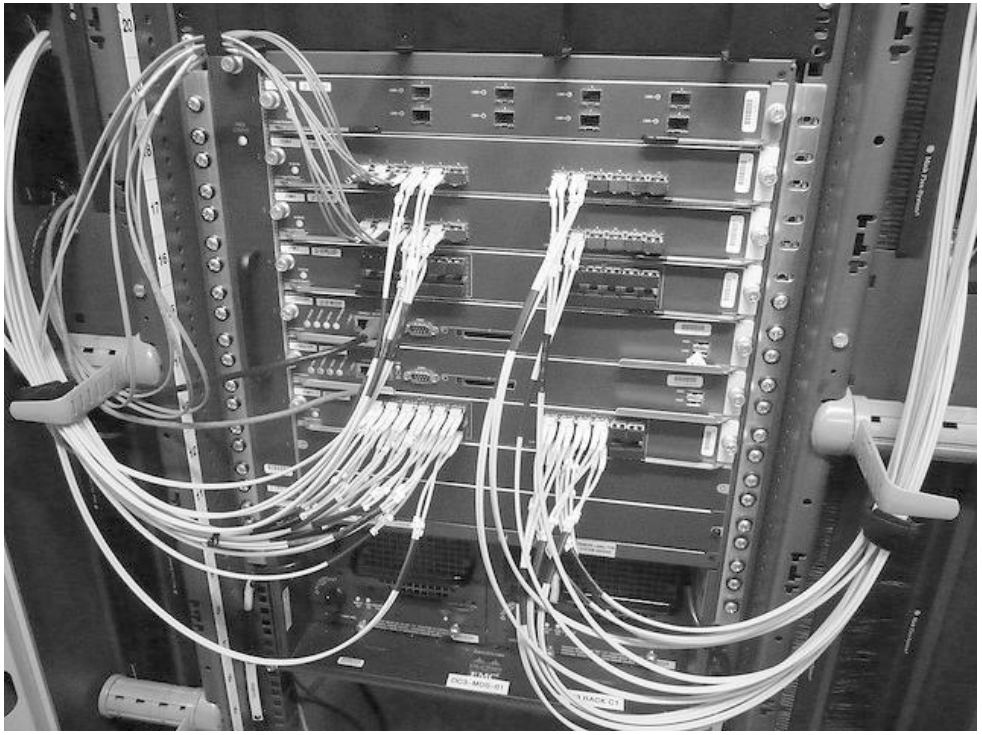


Storage Area Network (SAN)

- In SANs, a large number of disks are installed in one or more disk arrays
- The number of disks varies between dozens of disks and hundreds of disks
- A disk array can easily contain many hundreds of terabytes (TB) of data or more

SAN connectivity protocols

- The most used SAN connectivity protocols:
  - Fibre Channel
  - FCoE
  - iSCSI



Fibre Channel

- القناة الليفية (FC) هي بروتوكول شبكة مخصص من المستوى 2 ، مصمم خصيصا لنقل كتل بيانات التخزين
- السرعات: 2 جيجابت / ثانية ، 4 جيجابت / ثانية ، 8 جيجابت / ثانية ، أو 16 جيجابت / ثانية
- يعمل على:

-الأسلاك النحاسية المزدوجة الملتوية) أي UTP و(STP

–كابلات الألياف الضوئية

- تم تطوير بروتوكول القناة الليفية خصيصا لنقل كتل الأقراص
- البروتوكول موثوق للغاية ، مع ضمان عدم فقدان البيانات

FCoE

- ثلاثة طوبولوجيا للشبكة:
  - من نقطة إلى نقطة
- جهازان متصلان مباشرة ببعضهما البعض
  - حلقة التحكيم
- يعرف أيضا باسمFC-AL
- جميع الأجهزة في حلقة
  - نسيج مبدل
- جميع الأجهزة متصلة بمفاتيح القنوات الليفية
- مفهوم مماثل كما هو الحال في تطبيقات إيثرنت
- تستخدم معظم التطبيقات اليوم نسيجا مبدلا

FCoE

- تقوم القناة الليفية عبر الإيثرنت (FCoE) بتغليف بيانات القناة الليفية في حزم إيثرنت
- يسمح بنقل حركة مرور القنوات الليفية عبر شبكات إيثرنت بسرعة 10 جيجابت أو أعلى
- تعمل تقنية FCoE على التخلص من الحاجة إلى كابلات Ethernet والقنوات الليفية المنفصلة وتقنية التبديل
- يحتاج PCoE إلى شبكة إيثرنت بسرعة 10 جيجابت على الأقل مع امتدادات خاصة ، تعرف باسم جسر مركز البيانات (DCB) أو شبكة إيثرنت محسنة متقاربة(CEE)

FCoE

- ملحقات إيثرنت:

-اتصالات إيثرنت بدون فقدان

- يجب أن يضمن تنفيذ FCoE عدم فقد حزمEthernet

–جودة الخدمة(QoS)

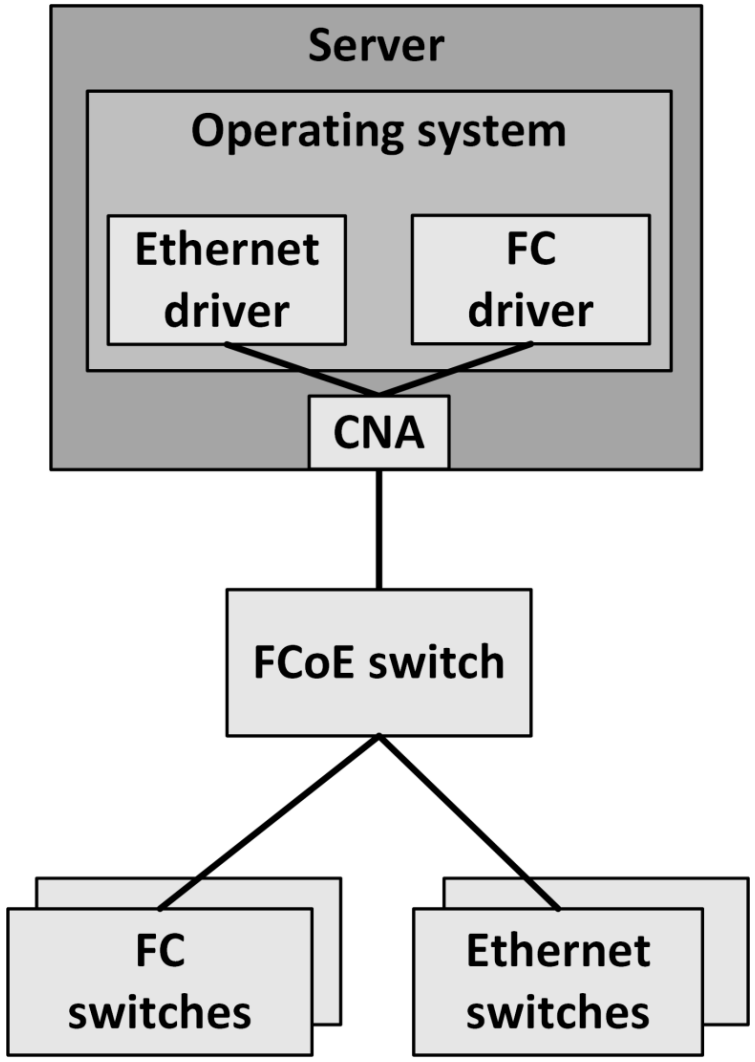
- يسمح لحزم FCoE أن يكون لها الأولوية على حزم Ethernet الأخرى لتجنب مشكلات أداء التخزين

-دعم وحدة النقل القصوى الكبيرة(MTU)

- يسمح بحزم إيثرنت بحجم 2500 بايت ، بدلا من 1500 بايت القياسية
- تعرف أيضا باسم إطارات جامبو

FCoE

- FCoE needs specialized Converged Network Adapters (CNAs)
- CNAs support the Ethernet extensions
- They present themselves to the operating system as two adapters:
  - Ethernet Network Interface Controller (NIC)
  - Fibre Channel Host Bus Adapter (HBA)



iSCSI

- يسمح بروتوكول iSCSI بتشغيل بروتوكول SCSI عبر شبكات LANالشبكة إيثرنت باستخدامTCP/IP
- يستخدم بروتوكولات TCP / IP المألوفة وأوامر SCSI المعروفة
- عادة ما يكون الأداء أقل من أداء القناة الليفية ، بسبب الحمل العلويTCP / IP
- بفضل إطارات إيثرنت وإطارات جامبو بسرعة 10 أو 40 جيجابت/ثانية، تستحوذ بروتوكول iSCSI الآن بسرعة على جزء كبير من سوق شبكة منطقة التخزين(SAN)